

Zήτημα A

Στις ερωτήσεις A1-A4, να γράψετε τον αριθμό κάθε μίας από τις παρακάτω προτάσεις και δίπλα το γράμμα της απάντησης που τη συμπληρώνει σωστά.

A1. Οι οπλισμοί ενός πυκνωτή αέρα χωρητικότητας $C = 2 \cdot 10^{-11} \text{ F}$ είναι συνδεδεμένοι με τα άκρα μιας πηγής τάσης $V = 100 \text{ V}$. Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον πυκνωτή είναι:

- α.U = 10^{-7} J
- β.U = $2 \cdot 10^{-7} \text{ J}$
- γ.U = $0,5 \cdot 10^{-7} \text{ J}$
- δ.U = 10^{-7} J

Μονάδες 5

A2. Εντός ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου με ένταση $E = 10^3 \text{ N/C}$ αφήνουμε ένα φορτίο q το οποίο μετακινείται με την επίδραση μόνο του ηλεκτρικού πεδίου σε απόσταση 2 m. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ της αρχικής και τελικής του θέσης ισούται με:

- α. $5 \cdot 10^2 \text{ V}$
- β. $3 \cdot 10^2 \text{ V}$
- γ. $2 \cdot 10^3 \text{ V}$
- δ. $5 \cdot 10^3 \text{ V}$

Μονάδες 5

A3. Ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα v_0 κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Στη διεύθυνση της v_0 το σωματίδιο:

- α. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
- β. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- γ. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.
- δ. εκτελεί αρχικά επιταχυνόμενη και στην συνέχεια επιβραδυνόμενη κίνηση.

Μονάδες 5

A4. Το βάρος ενός ανθρώπου στην επιφάνεια της Γης είναι $B_1 = 800 \text{ N}$. Το βάρος του ανθρώπου σε ύψος $h = R_\Gamma$ από την επιφάνεια της Γης είναι

- α. $B_2 = 200 \text{ N}$
- β. $B_2 = 800 \text{ N}$
- γ. $B_2 = 400 \text{ N}$
- δ. $B_2 = 1600 \text{ N}$

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις.

α. Όσο πιο μακριά από τη Γη περιφέρεται ένας δορυφόρος της, τόσο πιο μικρή είναι η ταχύτητά του.

β. Η δύναμη Coulomb μεταξύ δύο σημειακών φορτίων, είναι πάντα ελκτική.

γ. Σε ένα επίπεδο πυκνωτή όσο αυξάνει η τάση φόρτισης του, τόσο αυξάνει η χωρητικότητα του.

δ. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, για μετακίνηση ενός φορτίου από μια θέση σε μια άλλη εξαρτάται από την ακολουθούμενη διαδρομή.

ε. Η επιτάχυνση ενός φορτισμένου σωματιδίου το οποίο κινείται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι σταθερή, ανεξάρτητα από την διεύθυνση εισόδου του σωματιδίου στο πεδίο.

Μονάδες 5

Zήτημα B

B1. Ενα πρωτόνιο και ένα σωματίδιο α αφήνονται σε δύο σημεία ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης E. Το πρωτόνιο έχει φορτίο $q = +e$ και μάζα m_p , ενώ το σωματίδιο α (πυρήνας He) έχει φορτίο $q' = +2e$ και μάζα $m' = 4m_p$.

1. Τα μέτρα των δυνάμεων που δέχονται από το πεδίο έχουν λόγο:

$$\alpha. F' = 2F$$

$$\beta. F' = F$$

$$\gamma. F' = F/2$$

2. Για τα μέτρα των επιταχύνσεων που αποκτούν ισχύει ότι:

$$\alpha. \alpha' = 2\alpha$$

$$\beta. \alpha' = \alpha/2$$

$$\gamma. \alpha' = \alpha$$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις

Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας

Μονάδες 7

B2. Ενα σωματίδιο A μάζας m και του φορτίου +q ρίχνεται από πολύ μακριά με αρχική ταχύτητα u_0 προς ακίνητο σωματίδιο B ίδιας μάζας και φορτίου, που μπορεί να κινηθεί. Η ελάχιστη απόσταση που θα πλησιάσουν τα δύο σωμάτια είναι:

$$\alpha. x_{min} = \frac{4k_c q^2}{mu_0^2}$$

$$\beta. x_{min} = \frac{k_c q^2}{mu_0^2}$$

$$\gamma. x_{min} = \frac{2k_c q^2}{mu_0^2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 9

B3.

1.Η ταχύτητα που πρέπει να εκτοξευθεί ένα αντικείμενο μάζας m ,από μια διαστημική εξέδρα που βρίσκεται σε ύψος h , από την επιφάνεια της Γης, προκειμένου να γίνει δορυφόρος της γης σε αυτή την τροχιά είναι:

$$\alpha. u = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma + h}}$$

$$\beta. u = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma}}$$

$$\gamma. u = \sqrt{\frac{GM_\Gamma}{R_\Gamma + h}}$$

2. Ο χρόνος μια περιφοράς του δορυφόρου στην παραπάνω τροχιά είναι:

$$\alpha. T = 2\pi(R_\Gamma + h) \sqrt{\frac{R_\Gamma + h}{GM_\Gamma}}$$

$$\beta. T = 2\pi(R_\Gamma + h) \sqrt{\frac{R_\Gamma + h}{GM_\Gamma}}$$

$$\gamma. T = 2\pi(R_\Gamma + h)$$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις

Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας

Μονάδες 9

Zήτημα Γ

Ένα σώμα εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης με ταχύτητα μέτρου $u_0=10^3 \text{ m/s}$. Η ακτίνα της Γης είναι $R=6400 \text{ km}$ και η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g_0=10 \text{ m/s}^2$. Να υποθέσετε ότι το σώμα κινείται κατακόρυφα.

α. Σε ποιο ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης θα φθάσει το σώμα;

β. Ποιο μέγιστο ύψος θα βρούμε αν θεωρήσουμε την ένταση του βαρυτικού πεδίου σταθερή, όση την επιφάνεια της Γης; Ποιο είναι το επί τοις εκατό σφάλμα που κάνουμε;

γ. Ποια είναι η μικρότερη ταχύτητα που πρέπει να εκτοξευθεί ένα σώμα από την επιφάνεια της Γης, ώστε να διαφύγει του πεδίου βαρύτητας της Γης;

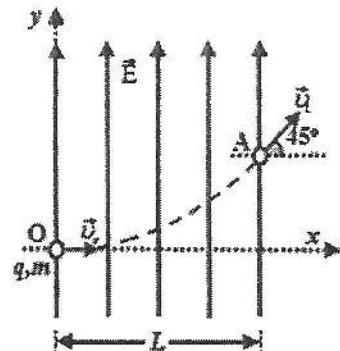
Για τους παραπάνω υπολογισμού να παραλείψετε την αντίσταση του αέρα και την επίδραση των άλλων σωμάτων εκτός απ' αυτή της Γης.

δ. Η Σελήνη έχει μάζα 81 φορές μικρότερη από τη μάζα της Γης και η ακτίνα 4 φορές μικρότερη από την ακτίνα της Γης. Ποια είναι η ταχύτητα διαφυγής από την επιφάνεια της Σελήνης;

Μονάδες 25

Ζήτημα Δ

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-5} \text{ kg}$ και φορτίου $q=+4\mu\text{C}$ εισέρχεται από σημείο O , σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που έχει ένταση μέτρου $E=10^4 \frac{N}{C}$, με ταχύτητα \vec{v}_o κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πεδίο εκτείνεται σε απόσταση $L=40\text{cm}$ και το σωματίδιο εξέρχεται από αυτό με ταχύτητα \vec{v}_i που σχηματίζει γωνία $\theta=45^\circ$ με τη διεύθυνση της ταχύτητας εισόδου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Δ1. Να περιγράψετε αναλυτικά την κίνηση του σωματιδίου εντός του πεδίου

Δ2. Να υπολογίσετε την απόσταση των σημείων εισόδου και εξόδου του σωματιδίου από το πεδίο και την διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου.

Δ3. Ποιό το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την διάρκεια της κίνησης του σωματιδίου σε αυτό;

Δ4. Να υπολογίσετε την μεταβολή της ορμής του σωματιδίου κατά το παραπάνω χρονικό διάστημα

Θεωρήστε αμελητέες τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις.

ΘΕΜΑ Α

Για τις ερωτήσεις 1-4 να επλέξετε τη φράση που τις συμπληρώνει σωστά.

Α1. Κατά την ισόθερμη συμπίεση ενός ιδανικού αερίου:

- α)** η ενεργός ταχύτητα των μορίων του διατηρείται σταθερή.
- β)** η εσωτερική του ενέργεια αυξάνεται.
- γ)** το αέριο δεν αποβάλλει θερμότητα.
- δ)** το αέριο παράγει μηχανικό έργο.

(5 Μονάδες)

Α2. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο, που στο πάνω μέρος του κλείνεται αεροστεγώς με έμβολο βάρους B, το οποίο μπορεί να κινείται ελεύθερα χωρίς τριβές. Αν στο αέριο προσφέρουμε θερμότητα:

- α)** η εσωτερική του ενέργεια θα μειωθεί.
- β)** η πυκνότητα του αερίου θα παραμείνει σταθερή.
- γ)** η πίεση του αερίου θα διατηρείται σταθερή.
- δ)** η θερμότητα θα ισούται με τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

(5 Μονάδες)

Α3. Σύμφωνα με την κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων:

- α)** η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου, συνδέεται με τη μέση τιμή των ταχυτήτων τους.
- β)** η πίεση οφείλεται σε ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων του αερίου.
- γ)** κάθε μόριο του αερίου μεταξύ των δύο διαδοχικών κρούσεών του με τα υπόλοιπα μόρια του αερίου ή με τα τοιχώματα του δοχείου, επιταχύνεται.
- δ)** στα μόρια του αερίου δεν ασκούνται δυνάμεις παρά μόνο τη στιγμή της κρούσης τους με άλλα μόρια ή με τα τοιχώματα του δοχείου.

(5 Μονάδες)

Α4. Δύο μικρές σφαίρες που κινούνται στην ίδια διεύθυνση, συγκρούονται πλαστικά. Κατά την κρούση:

- α)** διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των σφαιρών.
- β)** διατηρείται η ορμή του συστήματος των σφαιρών.
- γ)** αυξάνεται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των σφαιρών.
- δ)** το συσσωμάτωμα έχει ορμή μικρότερη από το άθροισμα των ορμών των δύο σφαιρών.

(5 Μονάδες)

Α5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) τις προτάσεις:

- α)** Κατά την κρούση δύο μικρών σφαιρών, η μεταβολή της ορμής της μίας σφαίρας ισούται κατά μέτρο με τη μεταβολή της ορμής της άλλης σφαίρας.
- β)** Αν σε ένα σώμα που ηρεμεί αστικήσουμε δύναμη F, ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας της σφαίρας θα είναι ίσος, κάθε χρονική στιγμή, με τη δύναμη αυτή.
- γ)** Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε θερμοκρασία 27°C . Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου θα διπλασιαστεί αν η θερμοκρασία του αερίου γίνει 327°C .
- δ)** Κατά την ισόχωρη αντιστρεπτή ψύξη ιδανικού αερίου, όλη η θερμότητα που έχασε το αέριο ισούται με την μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.
- ε)** Κατά την ισόθερμη αντιστρεπτή εκτόνωση ιδανικού αερίου, το έργο που παράγει το αέριο ισούται με την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.

(5 Μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Μικρή σφαίρα μάζας m_1 που κινείται με ορμή p , συγκρούεται πλαστικά με δεύτερη μικρή ακίνητη σφαίρα τριπλάσιας μάζας ($m_2 = 3m_1$). Λόγω της κρούσης, η ορμή της του σώματος m_1 :
- α) ελαττώθηκε κατά $p/4$ β) αυξήθηκε κατά $3p/4$ γ) ελαττώθηκε κατά $3p/4$.

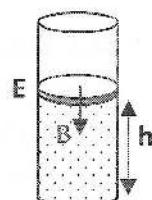
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(2 Μονάδες)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(6 Μονάδες)

- B2.** Ιδανικό μονοατομικό αέριο βρίσκεται σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο με σταθερή διατομή εμβαδού A . Το πάνω μέρος του δοχείου κλείνεται αεροστεγώς με έμβολό που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, βάρους $B=2p_{\text{ατμ}} \cdot A$, όπου $p_{\text{ατμ}}$ η ατμοσφαιρική πίεση. Το έμβολο ισορροπεί σε ύψος h από τη βάση του δοχείου. Αν διπλασιάσουμε το βάρος του εμβόλου, ενώ θεωρήσουμε ότι η θερμοκρασία του αερίου παραμένει σταθερή, το έμβολο θα ισορροπήσει σε ύψος:



- α) $0,5h$ β) $0,6h$ γ) h

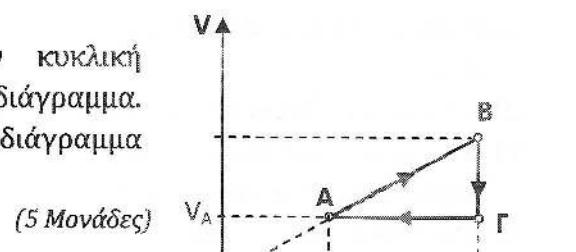
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(2 Μονάδες)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(4 Μονάδες)

- B3.** Ιδανικό μονοατομικό αέριο ακολουθεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή που απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα.
A. Να μεταφέρετε την κυκλική μεταβολή του αερίου σε διάγραμμα πίεσης - όγκου (p - V).



B. Η πίεση στην κατάσταση Γ ισούται με:

- α) p_A β) $\frac{p_A}{3}$ γ) $3p_A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

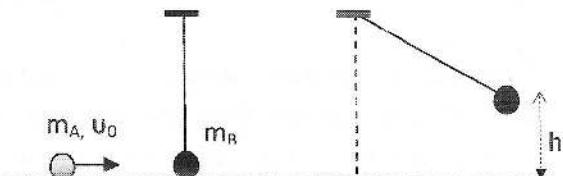
(2 Μονάδες)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(4 Μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

- Το σώμα Α μάζας $m_A=1$ kg κινείται με ταχύτητα $v_0=8$ m/s σε λείο οριζόντιο δάπεδο και συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Β, που έχει μάζα $m_B=3$ kg και βρίσκεται στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος. Μετά τη σύγκρουση το σώμα Β ανυψώνεται κατά $h=0,45$ m από την αρχική του θέση.



Γ1. Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος Β, αμέσως μετά την κρούση.

(6 Μονάδες)

Γ2. Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος Α μετά την κρούση.

(6 Μονάδες)

Γ3. Να υπολογιστεί το ποσό της θερμικής ενέργειας που ελευθερώνεται εξ αιτίας της κρούσης των δύο σωμάτων.

(7 Μονάδες)

Γ4. Αν η κρούση διαρκεί $\Delta t=0,01$ s, να βρεθεί το μέτρο της μέσης δύναμης που δέχεται το σώμα Α κατά την κρούση από το σώμα Β.

(6 Μονάδες)

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g=10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Ιδανικό μονοατομικό αέριο βρίσκεται στην κατάσταση Θερμοδυναμικής ισορροπίας A, με πίεση $p_A=2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_A=2 \text{ L}$. Το αέριο μέσω μιας ισοβαρούς αντιστρεπτής θέρμανσης ($A \rightarrow B$) διπλασιάζει τον όγκο του ($V_B=2V_A$) και στη συνέχεια εκτονώνεται ισόθερμα ($B \rightarrow \Gamma$) μέχρι η πίεσή του να γίνει $p_\Gamma=1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Από την κατάσταση Γ το αέριο ακολουθεί μια ισοβαρή ψύξη ($\Gamma \rightarrow \Delta$) ως την κατάσταση Δ , κατάλληλου όγκου V_Δ , ώστε να επιστρέψει στην αρχική κατάσταση A μέσω μιας ισόχωρης θέρμανσης ($\Delta \rightarrow A$).

Δ1. Να απεικονίσετε τον θερμοδυναμικό κύκλο του ιδανικού αερίου σε διάγραμμα πίεσης – όγκου (p-V), με βαθμολογημένους άξονες. (10 Μονάδες)

Δ2. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα, υπολογίζοντας το έργο του αερίου (W), τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας (ΔU) και τη θερμότητα (Q) που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του σε κάθε μεταβολή, καθώς και σε ολόκληρο τον θερμοδυναμικό κύκλο. (15 Μονάδες)

Μεταβολή	W (J)	ΔU (J)	Q (J)
$A \rightarrow B$			
$B \rightarrow \Gamma$			
$\Gamma \rightarrow \Delta$			
$\Delta \rightarrow A$			
$A B \Gamma \Delta A$			

Δίνεται το $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Α

Για τις προτάσεις 1-4 να επιλέξετε τη φράση που τις συμπληρώνει σωστά.

1. Σε μια κρούση δύο σφαιρών:

- α) τα αθροίσματα των κινητικών τους ενεργειών λίγο πριν την κρούση και αμέσως μετά την κρούση, είναι ίσα.
- β) οι ταχύτητες των σφαιρών πριν και μετά την κρούση έχουν την ίδια διεύθυνση.
- γ) τα αθροίσματα των ορμών των σφαιρών πριν και μετά την κρούση είναι ίσα.
- δ) τα αθροίσματα των ταχυτήτων των σφαιρών πριν και μετά την κρούση είναι ίσα.

2. Μια κρούση χαρακτηρίζεται ως κεντρική, έκκεντρη ή πλάγια με κριτήριο:

- α) μόνο τη σχέση των διευθύνσεων των ταχυτήτων πριν από την κρούση.
- β) μόνο τη σχέση των διευθύνσεων των ταχυτήτων μετά την κρούση.
- γ) τη σχέση των διευθύνσεων των ταχυτήτων και πριν και μετά την κρούση.
- δ) τη διατήρηση της ορμής του συστήματος.

3. Σε μια ανελαστική κρούση δύο σφαιρών, δε διατηρείται:

- α) η ορμή του συστήματος των σφαιρών.
- β) η ενέργεια.
- γ) η κινητική ενέργεια των σφαιρών.
- δ) οι σφαίρες πριν και μετά την κρούση κινούνται οπωσδήποτε σε διαφορετικές διευθύνσεις.

4. Σε μια πλαστική κρούση δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 από τα οποία το Σ_2 είναι αρχικά ακίνητο:

- α) το συσσωμάτωμα κινείται πάντοτε στην ίδια διεύθυνση που εκινείτο το Σ_1 πριν από την κρούση.
- β) η ορμή του σώματος Σ_1 αυξάνεται με την κρούση.
- γ) η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι ίση με το άθροισμα των κινητικών ενεργειών πριν την κρούση.
- δ) αν τα σώματα έχουν ίσες μάζες μεταφέρεται όλη η ορμή του πρώτου στο δεύτερο σώμα.

5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις:

- α) Σε κάθε κρούση το άθροισμα των μεταβολών των ορμών των σωμάτων είναι μηδέν.
- β) Η πλαστική κρούση είναι μια περίπτωση ανελαστικής κρούσης.
- γ) Ένα σωματίδιο επιβραδύνεται αποτελεσματικά αν συγκρουσθεί κεντρικά - ελαστικά με ακίνητο σωματίδιο της ίδιας μάζας.
- δ) Αν δύο σώματα έχουν ίσες μάζες και κινούνται αντίθετα τότε αν συγκρουσθούν πλαστικά το συσσωμάτωμα παραμένει ακίνητο.
- ε) Σε κάθε ελαστική κρούση καμιά παραμόρφωση δεν παραμένει στα σώματα που συγκρούονται.

(Μονάδες 25)

ΘΕΜΑ Β

B1. Σώμα με μάζα m κινείται με ταχύτητα μέτρου u και συγκρούεται κεντρικά – πλαστικά με σώμα διπλάσιας μάζας. Αν μετά την κρούση το συσσωμάτωμα παραμένει ακίνητο, η θερμότητα που παράγεται στην κρούση είναι:

(α) $\frac{1}{2}mu^2$

(β) $\frac{3}{4}mu^2$

(γ) $\frac{3}{2}mu^2$

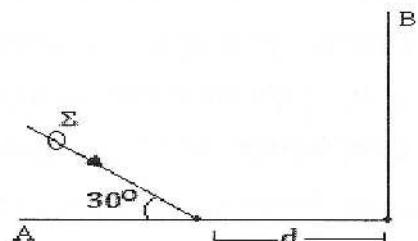
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 6)

B2. Το ελαστικό σφαιρίδιο Σ κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου u και συγκρούεται ελαστικά πρώτα με τον κατακόρυφο τοίχο A και μετά με τον τοίχο B. Μετά την ανάκλαση του στον τοίχο B το σφαιρίδιο θα κινείται σε διεύθυνση:



(α) παράλληλη στην αρχική

(β) κάθετη στην αρχική

(γ) σε τυχαία διεύθυνση σε σχέση με την αρχική

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 6)

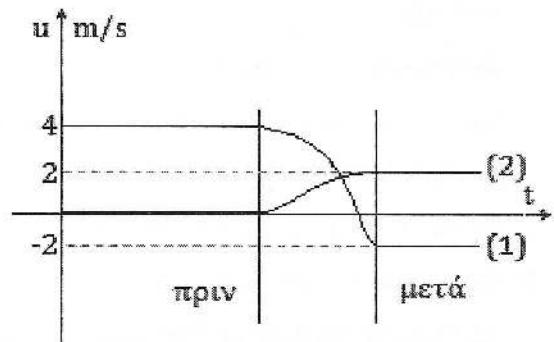
B3. Οι ταχύτητες δύο σφαιρών, οι οποίες συγκρούονται κεντρικά μεταβάλλονται όπως φαίνεται στο διάγραμμα.

A) Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ είναι:

(α) $\frac{1}{3}$

(β) $\frac{2}{3}$

(γ) 1



B) Η κρούση είναι:

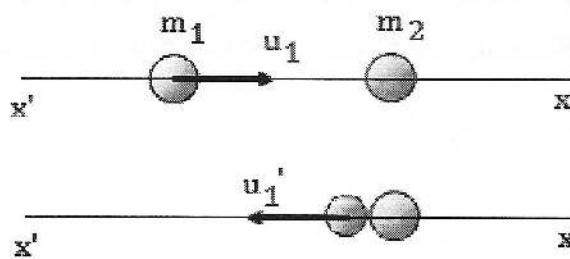
(α) ελαστική.

(β) ανελαστική.

(γ) δεν μπορεί να υπάρξει τέτοια κρούση.

ΘΕΜΑ Γ

Η σφαίρα με μάζα m_1 κινείται σε λεία οριζόντια επιφάνεια με ταχύτητα μέτρου $u_1=12\text{m/s}$ προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα x' . Η σφαίρα συγκρούεται κεντρικά-ελαστικά με ακίνητη σφαίρα με μάζα m_2 και μετά την κρούση αλλάζει φορά κίνησης ενώ το μέτρο της ταχύτητάς της γίνεται $u_1'=4\text{m/s}$.



α) Να προσδιορίσετε το λόγο των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ και να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας m_2 μετά την κρούση.

(Μονάδες 8)

β) Να υπολογίσετε το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάζεται από τη σφαίρα m_1 στη σφαίρα m_2 κατά την κρούση.

(Μονάδες 5)

γ) Ποια είναι η μεταβολή της ορμής της σφαίρας m_1 αν η είναι $m_1=2\text{kg}$;

(Μονάδες 5)

δ) Αν θεωρήσουμε τις σφαίρες υλικά σημεία, τη θέση της κρούσης $x=10\text{m}$ και τη στιγμή της κρούσης $t=0$, να γράψετε τις εξισώσεις της θέσης κάθε σφαίρας με το χρόνο και να τις παραστήσετε γραφικά σε κοινό διάγραμμα.

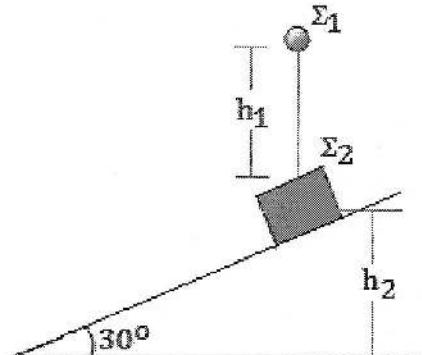
(Μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα Σ_2 με μάζα $m_2=1,6\text{kg}$ ηρεμεί πάνω στο πλάγιο επίπεδο με τον οποίο ο συντελεστής οριακής τριβής είναι

$$\mu_{op} = \frac{\sqrt{3}}{3}. \quad \text{Η σφαίρα } \Sigma_1 \text{ έχει μάζα } m_1 = 0,4 \text{ kg} \text{ και αφήνεται}$$

ελεύθερη από ύψος $h_1 = 0,8\text{m}$ και συγκρούεται πλαστικά με το ακίνητο σώμα Σ_2 . Το ύψος $h_2 = 1\text{m}$ και η τιμή του $g = 10\text{m/s}^2$. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα ολισθαίνει πάνω στο πλάγιο επίπεδο.



α) Υπολογίστε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

(Μονάδες 9)

β) Βρείτε σε πόσο χρόνο μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα φθάσει στη βάση του πλάγιου επιπέδου. Να θεωρήσετε το συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = \mu_{op} = \frac{\sqrt{3}}{3}$.

(Μονάδες 9)

γ) Υπολογίστε τη θερμότητα που παράγεται κατά την κρούση των σωμάτων και κατά την ολίσθηση του συσσωματώματος με το πλάγιο επίπεδο.

(Μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Α

Για τις προτάσεις 1-4 να επιλέξετε τη φράση και τις συμπληρώνουμε σωστά.

1. Δύο σφαίρες με μάζες m και $2m$ εκτοξεύονται οριζόντια με την ίδια ταχύτητα από το ίδιο ύψος.

Αν παραβλέψουμε την αντίσταση του αέρα:

- α) μεγαλύτερη οριζόντια μετατόπιση θα προκληθεί στην ελαφρότερη σφαίρα.
- β) μεγαλύτερη οριζόντια μετατόπιση θα έχει η βαρύτερη σφαίρα.
- γ) και οι δύο θα έχουν την ίδια οριζόντια μετατόπιση.

2. Στην περιφέρεια ενός τροχού ο οποίος περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του, είναι κολλημένο ένα κομμάτι λάσπης. Αν κάποια στιγμή η λάσπη ξεκολλήσει θα εκτοξευθεί:

- α) Στη διεύθυνση της ακτίνας του τροχού.
- β) Στη διεύθυνση της εφαπτομένης του τροχού.
- γ) Σε μια διεύθυνση μεταξύ των δύο αυτών διευθύνσεων.

3. Ένα σώμα που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση:

- α) δεν έχει επιτάχυνση.
- β) η επιτάχυνση έχει τη διεύθυνση της εφαπτομένης και φορά τη φορά της ταχύτητας.
- γ) η επιτάχυνση έχει διεύθυνση κάθετη στην ταχύτητα και φορά προς το κέντρο του κύκλου.
- δ) η επιτάχυνση έχει μέτρο $u^2 \cdot R$.

4. Μια σταθερή δύναμη F ασκείται σε σώματα με διαφορετικές μάζες για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Μεγαλύτερη μεταβολή στην ορμή θα προκαλέσει:

- α) στο σώμα με τη μικρότερη μάζα.
- β) στο σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα.
- γ) θα προκαλέσει την ίδια μεταβολή της ορμής σε κάθε περίπτωση.

5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις:

- α) Όταν ένα σώμα εκτελεί οριζόντια βολή έχει σταθερή επιτάχυνση.
- β) Η συχνότητα στην ομαλή κυκλική κίνηση ορίζεται ως το πηλίκο του αριθμού N των περιστροφών σε χρονική διάρκεια t προς το χρόνο t δηλ. $f = \frac{N}{t}$.
- γ) Η γωνιακή ταχύτητα ω και η γραμμική ταχύτητα u ενός κινητού που εκτελεί κυκλική κίνηση έχουν την ίδια διεύθυνση.
- δ) Όλα τα σημεία ενός δίσκου CD εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με την ίδια συχνότητα.
- ε) Μονωμένο είναι το σύστημα των σωμάτων μόνο όταν δεν ασκούνται στα σώματα του συστήματος δυνάμεις από τα σώματα του περιβάλλοντος.

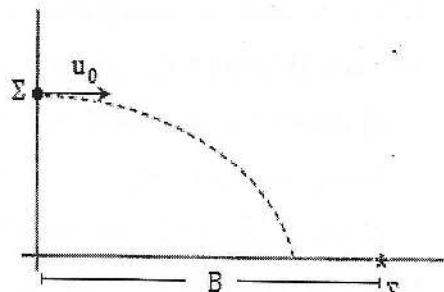
(μονάδες 25)

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα μικρό σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από ύψος h με πρόθεση να χτυπήσει το στόχο Σ που βρίσκεται στο έδαφος. Αν εκτοξευθεί με ταχύτητα $u_1 = 10 \text{ m/s}$ πέφτει πριν από το στόχο Σ σε απόσταση Δx απ' αυτόν, ενώ αν εκτοξευθούν με ταχύτητα $u_2 = 14 \text{ m/s}$ πέφτει σε απόσταση Δx μετά το στόχο. Για να πετύχουμε το στόχο η ταχύτητα εκτόξευσης πρέπει να είναι:

(α) 11 m/s

(β) 12 m/s



(γ) 13 m/s

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 2)

(Μονάδες 8)

B2. Η άκρη του ωροδείκτη και η άκρη του λεπτοδείκτη ενός ρολογιού θεωρούμε ότι εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση. Αν ο λόγος των μηκών τους $\frac{\ell_\omega}{\ell_\Lambda} = \frac{1}{2}$, τότε ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων $\frac{v_\omega}{v_\Lambda}$ των δύο αυτών σημείων είναι:

(α) $\frac{1}{6}$

(β) $\frac{1}{12}$

(γ) $\frac{1}{24}$

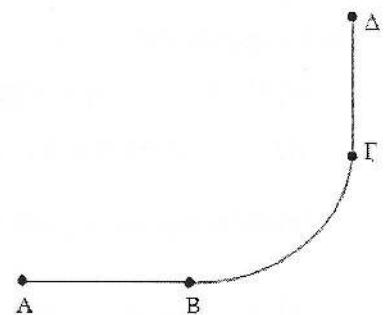
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 6)

B3. Η τροχιά που διαγράφει ένα υλικό σημείο με μάζα m αποτελείται από το ευθύγραμμο τμήμα (AB), το καμπυλόγραμμο τμήμα (BG) και το ευθύγραμμο τμήμα (GD). Το σώμα δέχεται οποσδήποτε δύναμη:



(α) στο τμήμα (AB).

(β) στο τμήμα (BG).

(γ) στο τμήμα (GD).

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

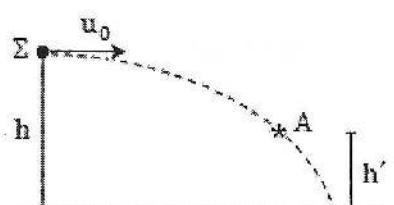
(Μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Γ

Ένα μικρό σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από ύψος $h=45 \text{ m}$ με ταχύτητα u_0 . Το σώμα θέλουμε να διέλθει από σημείο A το οποίο

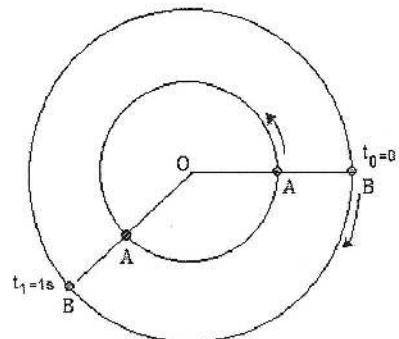


βρίσκεται σε ύψος $h' = 25\text{m}$ και πάνω από το έδαφος και σε οριζόντια απόσταση $x_A = 30\text{m}$ από το σημείο βολής. Αν $g = 10\text{m/s}^2$.

- α)** Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας u_0 ; (Μονάδες 6)
- β)** Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας όταν διέρχεται το σώμα από τη θέση A; (Μονάδες 6)
- γ)** Σε ποιο σημείο του εδάφους θα χτυπήσει; (Μονάδες 6)
- δ)** Ποια είναι η μεταβολή της ορμής του σώματος στον οριζόντιο άξονα x'x και ποια στον κατακόρυφο y'y, από τη στιγμή που εκτοξεύεται ως τη στιγμή που φθάνει στο έδαφος; (Μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Δ

Δύο υλικά σημεία A και B περιστρέφονται σε κυκλική τροχιά με ακτίνα $r_A = 20\text{cm}$ και $r_B = 30\text{cm}$. Η κίνησή τους είναι ομαλή κυκλική, αλλά η περιστροφή τους γίνεται με αντίθετη φορά, όπως στο σχήμα. Οι γραμμικές ταχύτητες των δύο σημείων έχουν το ίδιο μέτρο. Αν τα υλικά σημεία βρεθούν στην ευθεία που θα διέρχεται από το κέντρο O για πρώτη φορά μετά από χρόνο $t = 1\text{s}$, να βρείτε:



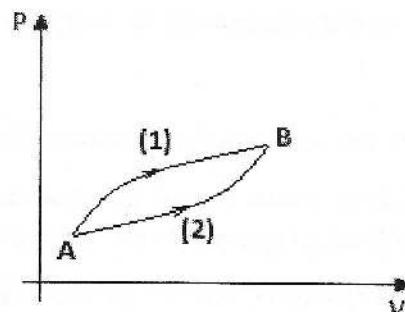
- α)** Το μέτρο των γωνιακών τους ταχυτήτων. Οι γωνιακές ταχύτητες έχουν την ίδια ή αντίθετη φορά; (Μονάδες 7)
- β)** Το μήκος των τόξων που διαγράφει κάθε υλικό σημείο στη χρονική διάρκεια από μηδέν έως 1 sec. (Μονάδες 6)
- γ)** Αν τα υλικά σημεία έχουν την ίδια μάζα ποιος είναι ο λόγος των μέτρων των δυνάμεων που δέχονται; (Μονάδες 6)
- δ)** Αν τα δύο υλικά σημεία ξεκινούσαν από την ίδια αρχική θέση και περιστρέφονται στην ίδια φορά, ποια σχέση πρέπει να έχουν τα μέτρα των ταχυτήτων τους για να βρίσκονται συνεχώς στην ίδια ευθεία η οποία διέρχεται από το κέντρο O; (Μονάδες 6)

Zήτημα A

Στις ερωτήσεις A1-A4, να γράψετε τον αριθμό κάθε μίας από τις παρακάτω προτάσεις και δίπλα το γράμμα της απάντησης που τη συμπληρώνει σωστά.

A1. Ιδανικό αέριο μπορεί να μεταβεί από την κατάσταση A στην κατάσταση B με μια από τις μεταβολές (1) και (2) που παριστάνονται στο διάγραμμα. Στην μεταβολή (1) σε σχέση με τη μεταβολή (2) έχουμε:

- a. Μεγαλύτερη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια και μεγαλύτερο έργο.
- β. Μεγαλύτερη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια και απορρόφηση μεγαλύτερου ποσού θερμότητας.
- γ. Την ίδια μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας και απορρόφηση μεγαλύτερου ποσού θερμότητας.



Μονάδες 5

A2. Ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου με ένταση $E=10^3 \text{ N/C}$ αφήνουμε ένα φορτίο q το οποίο μετακινείται με την επίδραση μόνο του ηλεκτρικού πεδίου σε απόσταση 2m. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ της αρχικής και τελικής του θέσης ισούται με:

- α. $5 \cdot 10^2 \text{ V}$
- β. $3 \cdot 10^2 \text{ V}$
- γ. $2 \cdot 10^3 \text{ V}$
- δ. $5 \cdot 10^3 \text{ V}$

Μονάδες 5

A3. Ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα v_0 κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Στη διεύθυνση της v_0 το σωματίδιο:

- α. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
- β. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- γ. εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.
- δ. εκτελεί αρχικά επιταχυνόμενη και στην συνέχεια επιβραδυνόμενη κίνηση.

A4. Για να αυξήσουμε πιο αποτελεσματικά την απόδοση μιας μηχανής Carnot, η οποία λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών T_1 και T_2 , με $T_1 > T_2$, πρέπει:

- α. να αυξήσουμε τη θερμοκρασία T_1 κατά ΔT .
- β. να μειώσουμε τη θερμοκρασία T_2 κατά ΔT .
- γ. να διπλασιάσουμε ταυτόχρονα τις θερμοκρασίες T_1 και T_2 .

A5. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις.

- α. Στον κύκλο Carnot το αέριο απορροφά θερμότητα μόνο στην ισόθερμη εκτόνωση και αποβάλλει θερμότητα μόνο στην ισόθερμη συμπίεση.
- β. Η δύναμη Coulomb μεταξύ δύο σημειακών φορτίων, είναι πάντα ελκτική.
- γ. Σε κάθε κύκλο Carnot τα έργα στις αδιαβατικές μεταβολές είναι αντίθετα.
- δ. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, για μετακίνηση ενός φορτίου από μια θέση σε μια άλλη εξαρτάται από την ακολουθούμενη διαδρομή.
- ε. Η επιτάχυνση ενός φορτισμένου σωματιδίου το οποίο κινείται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι σταθερή, ανεξάρτητα από την διεύθυνση εισόδου του σωματιδίου στο πεδίο.

Zήτημα B

B1. Ενα πρωτόνιο και ένα σωματίδιο α αφήνονται σε δύο σημεία ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης E . Το πρωτόνιο έχει φορτίο $q = +e$ και μάζα m_p , ενώ το σωματίδιο α (πυρήνας He) έχει φορτίο $q' = +2e$ και μάζα $m' = 4m_p$.

1. Τα μέτρα των δυνάμεων που δέχονται από το πεδίο έχουν λόγο:

$$\alpha.F'=2F \quad \beta.F'=F \quad \gamma.F'=F/2$$

2. Για τα μέτρα των επιταχύνσεων που αποκτούν ισχύει ότι:

$$\alpha.a'=2\alpha \quad \beta.a'=a/2 \quad \gamma.a'=\alpha$$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις

Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας

B2. Ένα σωματίδιο Α μάζας m και του φορτίου $+q$ ρίχνεται από πολύ μακριά με αρχική ταχύτητα v_0 προς ακίνητο σωματίδιο Β ίδιας μάζας και φορτίου, που μπορεί να κινηθεί. Η ελάχιστη απόσταση που θα πλησιάσουν τα δύο σωμάτια είναι:

$$\alpha. \quad x_{\min} = \frac{4k_c q^2}{mu_0^2} \quad \beta. \quad x_{\min} = \frac{k_c q^2}{mu_0^2} \quad \gamma. \quad x_{\min} = \frac{2k_c q^2}{mu_0^2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 9

B3. Θερμική μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών $\theta_1=127^\circ\text{C}$ και $\theta_2=-73^\circ\text{C}$. Σε χρόνο $\Delta t=1\text{s}$ αποδίδει ωφέλιμο έργο $W_{\text{ωφ}}=1200\text{ J}$. Η μηχανή απορροφά θερμότητα από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας με ρυθμό:

$$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t} = 2400 \frac{\text{J}}{\text{s}} \quad \frac{\Delta Q_1}{\Delta t} = 4800 \frac{\text{J}}{\text{s}} \quad \frac{\Delta Q_1}{\Delta t} = 1200 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Zήτημα Γ

Μια μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών $T_h=1200\text{ K}$ και T_c . Η μηχανή χρησιμοποιεί $n=\frac{4}{3R}\text{ mol}$ ιδανικού αερίου και παράγει έργο $W=1680\text{ J}$ σε κάθε κύκλο. Κατά την αδιαβατική εκτόνωση BG η εσωτερική ενέργεια του αερίου υποτετραπλασιάζεται.

Γ1. Να υπολογίσετε τη θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής T_c και να παραστήσετε τον κύκλο Carnot σε ποιοτικό διάγραμμα P-V.

Γ2. Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

Γ3. Ποιο ποσό θερμότητας απορροφά το αέριο σε κάθε κύκλο;

Γ4. Να υπολογίσετε την ισχύ της μηχανής αν εκτελεί 2 κύκλους/min.

Μονάδες 25

Zήτημα Δ

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m=10^{-5}$ kg και φορτίου $q=+4$ μC εισέρχεται από σημείο O, σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που έχει ένταση μέτρου $E=10^4 \frac{N}{C}$, με ταχύτητα \vec{v}_o κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πεδίο εκτείνεται σε απόσταση $L=40$ cm και το σωματίδιο εξέρχεται από αυτό με ταχύτητα \vec{v}_1 που σχηματίζει γωνία $\theta=45^\circ$ με τη διεύθυνση της ταχύτητας εισόδου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

-
- Δ1.** Να περιγράψετε αναλυτικά την κίνηση του σωματιδίου εντός του πεδίου
Δ2. Να υπολογίσετε την απόσταση των σημείων εισόδου και εξόδου του σωματιδίου από το πεδίο και την διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου.
Δ3. Ποιό το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την διάρκεια της κίνησης του σωματιδίου σε αυτό;
Δ4. Να υπολογίσετε την μεταβολή της ορμής του σωματιδίου κατά το παραπάνω χρονικό διάστημα
 Θεωρήστε αμελητέες τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις.